Insectes, acariens et moisissures nuisibles aux grains entreposés à la ferme dans les provinces des Prairies



Agriculture
Canada

Publication 1595/F

Canada

PUBLICATION 1595F, on peut obtenir des exemplaires à la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

N° de cat. A43—1595/1984F ISBN: 0-662-92410-X
Impression 1982 Révision 1983 2.5M—4:84

Also available in English under the title
Insects, mites and molds in farm-stored grain in the Prairie Provinces

TABLE DES MATIÈRES

BONNES PRATIQUES D'ENTREPOSAGE

Il est possible de prévenir les pertes dues aux insectes, aux acariens et aux moisissures par de saines pratiques d'entreposage.

- Récolter le grain à l'état le plus sec possible. Les grains gourds ou humides sont plus sujets à l'échauffement et à l'infestation que le grain sec.
- Préparer la cellule de stockage avant l'entreposage: nettoyer le plancher et les murs, brûler ou enfouir les déchets contenant des grains gâtés ou infestés, réparer le bâtiment pour mettre l'intérieur à l'abri des intempéries et pulvériser un insecticide recommandé sur le plancher et les murs.
- Inspecter le grain toutes les 2 semaines pour voir s'il n'y a pas de signes d'échauffement ou d'infestation. En hiver, à titre de mesure préventive, déplacer le grain dans un autre compartiment. Toutefois, si cela n'est pas possible, il est fortement recommandé d'installer un système de ventilation à air extérieur et de l'utiliser à bon escient. Seules des personnes expérimentées doivent appliquer des fumigants. Prendre toutes les précautions nécessaires lors de l'application des traitements insecticides.
- Il est plus facile, plus sûr et moins coûteux de prévenir l'infestation que de la combattre.
- Les recommandations de la présente publication sur l'usage des pesticides ne sont données qu'à titre d'indication. Toute application d'un pesticide doit être conforme au mode d'emploi inscrit sur l'étiquette du produit, comme le prescrit la *Loi sur les produits antiparasitaires*. Utiliser un pesticide homologué par le ministère de l'Agriculture du Canada et inscrit dans le recueil sur les *Produits antiparasitaires homologués au Canada*. Un pesticide doit aussi être recommandé par les autorités provinciales. Ces recommandations pouvant varier d'une province à l'autre, consulter le représentant agricole de la province pour obtenir des conseils particuliers.

Insectes, acariens et moisissures nuisibles aux grains entreposés à la ferme dans les provinces des Prairies

Corrigé et compilé par S.R. Loschiavo

Collaborateurs: D. Abramson, P.S. Barker, S.R. Loschiavo, J.T. Mills, R.N. Sinha, L.B. Smith, F.L. Watters,* et N.D.G. White

Station de recherche
Winnipeg (Man.)

INTRODUCTION

La protection du grain entreposé est un aspect essentiel de la production céréalière. Les insectes et les acariens tirent leur nourriture du grain entreposé, causant ainsi son échauffement et altérant son apparence. Le grain infesté est difficile à écouler et le grain échauffé est classé dans une catégorie inférieure au moment de l'inspection. La négligence du producteur peut entraîner de fortes pertes en poids et en qualité qui, par ailleurs, sont faciles à éviter si l'on entrepose le grain le plus sec possible dans des cellules de stockage propres, étanches, non infestées et de préférence bien aérées. Dans de telles conditions, le grain conserve toute sa qualité et se vend facilement.

Les insectes et les acariens qui s'attaquent aux céréales entreposées diffèrent, par leur apparence et leur comportement, des insectes qui infestent les champs en culture. La plupart sont des parasites qui évitent la lumière, de petite taille, capables de s'enfoncer profondément dans les masses de grain entreposé. Dissimulés dans les fissures, ils hantent les unités d'entreposage vides jusqu'à la récolte suivante en se nourrissant des résidus de grains. Les insectes d'entreposage se nourrissent de déchets animaux et végétaux desséchés. Quelques-uns peuvent se nourrir d'aliments ne contenant que 8 % d'humidité, et certains peuvent supporter des températures extrêmes. Les insectes qui résistent au froid sont particulièrement répandus parce que quelques-uns d'entre eux peuvent passer l'hiver dans le grain entreposé.

*Retraité

Comme certains ravageurs peuvent voler, l'été, le vent peut les transporter dans d'autres lieux d'entreposage ou même dans les maisons.

Le grain entreposé peut être contaminé par des moisissures ou par des champignons qui peuvent l'attaquer ou le détérioser. Les moisissures se développent rapidement, par temps chaud, lorsque le grain est gourd ou humide. Sous des conditions données de récolte et d'entreposage, certains champignons peuvent produire des substances toxiques appelées mycotoxines.

PARASITES COMMUNS DU GRAIN ENTREPOSÉ

On compte plus de 50 espèces d'insectes et d'acariens parasites du grain entreposé dans les Prairies. Heureusement, peu d'entre eux causent de sérieux dommages. Les autres sont des mycétophages, des nécrophages, des prédateurs et des parasites.

Les coléoptères et les lépidoptères regroupent les insectes les plus nuisibles au grain entreposé. Leur cycle biologique se divise en quatre stades: l'œuf, la larve, la pupe et l'adulte.

Les œufs sont pondus à l'intérieur des grains ou insérés dans les fissures de ceux-ci, ou encore entre les grains ou dans la poussière et les débris qui s'accumulent dans les fentes des murs et des planchers.

L'insecte ne croît qu'au cours de sa période larvaire; il consomme alors plusieurs fois son propre poids en nourriture. La cuticule de la larve est inextensible; cette dernière doit donc muer périodiquement pour permettre à la larve de s'agrandir. L'exuvie, que l'on découvre dans le grain et ses produits, est souvent le seul indice visible de la présence des insectes.

La pupe, qui se forme après la dernière mue larvaire, ne se nourrit pas de grains. Chez certains coléoptères, elle est emprisonnée dans une cellule ou un cocon fabriqué par la larve. Au cours de ce stade, elle subit d'importants changements internes et externes qui la mèneront à l'état adulte.

Les adultes des espèces les plus nuisibles mesurent de 0,1 à 0,4 cm de longueur. L'insecte adulte possède trois paires de pattes, et son corps est séparé en trois parties: la tête, le thorax et l'abdomen. La tête comporte l'appareil buccal et les organes sensoriels; le thorax porte les pattes et les ailes; l'abdomen, les organes de reproduction. Les insectes adultes se déplacent facilement entre les grains et peuvent s'y enfouir profondément.

Certaines espèces ont une grande aire de distribution grâce à leur faculté de voler. Les coléoptères possèdent toutefois des ailes rudimentaires et bon nombre d'entre eux sont incapables de voler. Deux espèces font cependant exception, à savoir le cucujide roux et le tribolium rouge de la farine. Les adultes et les larves de certains coléoptères possèdent de puissantes mâchoires qui leur permettent de percer des trous dans les grains et de manger des grains brisés. Par ailleurs, bien que les lépidoptères adultes s'alimentent exclusivement de liquides, leurs larves ou chenilles possèdent de puissantes mâchoires à l'aide desquelles elles mangent et endommagent considérablement les grains entreposés.

Les acariens sont les plus petits parasites des stocks de grain. Les adultes des espèces les plus communes atteignent de 0,3 à 0,6 mm de longueur et portent quatre paires de pattes.



Fig. 1 Blé endommagé par les insectes nuisibles: *A*, grain sain; *B*, germe endommagé par le cucujide roux; *C*, germe endommagé par le tribolium rouge de la farine; *D*, germe endommagé par le cucujide dentelé des grains; *E*, endosperme endommagé par la calandre des grains.

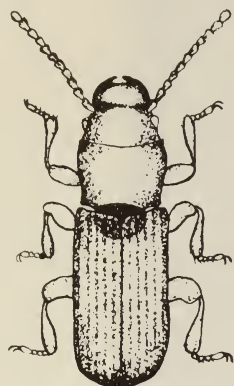
Bon nombre d'insectes nuisibles aux récoltes entreposées dans les Prairies peuvent survivre aux températures hivernales. Les insectes ne peuvent se reproduire à des températures inférieures à environ 17°C, et les acariens à moins de 3°C. Toutefois, lorsque les températures dépassent ces seuils, les parasites peuvent infliger au grain des dommages importants. La teneur en humidité du grain influe également sur l'étendue des dommages. Le grain de catégorie ordinaire est moins sujet à la détérioration que le grain gourd ou humide (*voir* le tableau 1, p. 16).

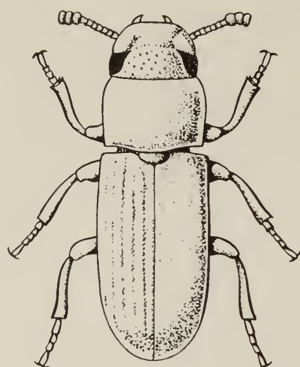
Les plus grands ravageurs du grain entreposé dans les Prairies s'adaptent bien au froid, se reproduisent très rapidement, peuvent s'enfouir profondément dans les masses de grains et s'adaptent facilement à une variété d'aliments.

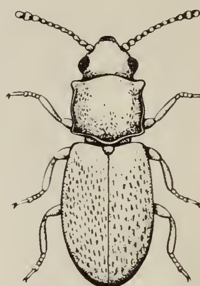
Au nombre de ces ravageurs figurent le cucujide roux, plusieurs espèces de tribolium de la farine et de coléoptères des moisissures, le cucujide dentelé des grains, la calandre des grains, le ptine velu et la pyrale de la farine. Le ciron de la farine se rencontre aussi dans le grain entreposé, mais, en raison de sa taille microscopique, il passe souvent inaperçu. Voici une description des insectes les plus communs (*voir* diagramme).

Coléoptères

Le cucujide roux est le parasite le plus nuisible aux céréales entreposées dans la plupart des régions du Canada. Lors d'une infestation grave, le grain s'échauffe et se détériore. L'adulte est un insecte brun rougeâtre à corps plat


Cucujide roux
Longueur 0,2 cm


Tribolium rouge
de la farine
Longueur 0,4 cm


Cucujide
des grains
Longueur 0,4 cm

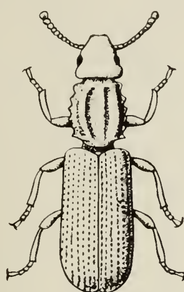

Lathridius
Longueur
0,18 cm

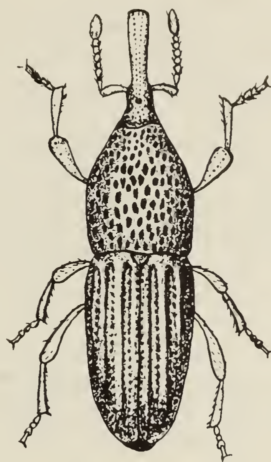
et rectangulaire mesurant 0,2 cm de longueur. Sur sa tête, il porte deux longues antennes filamenteuses disposées en V. Il se déplace rapidement dans le grain échauffé et peut voler lorsque la température dépasse 23°C. La femelle pond ses œufs dans le grain, dans la poussière des céréales et à l'intérieur des fissures des grains. La minuscule larve se nourrit en pénétrant le germe du grain sain. L'insecte met environ 20 jours à passer de l'œuf à l'état adulte dans le blé contenant 14,5 % d'humidité, à une température de 31°C.

Depuis 1971, on constate que le tribolium rouge de la farine se rencontre plus fréquemment dans le grain entreposé qu'au cours des années précédentes. Les silos de ferme et les élévateurs primaires de diverses régions des Prairies ont fait l'objet de sérieux ravages. L'adulte, qui ressemble au tribolium brun de la farine, est brun rougeâtre et mesure 0,4 cm de longueur. Toutefois, on trouve rarement le tribolium brun de la farine dans les céréales entreposées. Il est difficile de distinguer les deux espèces sans l'aide d'une loupe ou d'un microscope. Le tribolium rouge peut voler par temps chaud ou être transporté par le vent dans les maisons de ferme et les autres bâtiments. Les larves et les adultes des deux espèces se nourrissent du germe des grains de blé ainsi que de poussière et de déchets de céréales. Dans les conditions optimales, soit 31°C et 15 % d'humidité, ces espèces complètent leur cycle biologique en 4 semaines environ.

Le tribolium noir d'Amérique est un peu plus gros que le tribolium rouge. On le rencontre à l'occasion dans les cellules de stockage vides, mais il ne s'attaque pas d'habitude au grain entreposé.

Les coléoptères des moisissures infestent en général le grain gourd ou humide et se nourrissent de poussière de céréales et des moisissures qui se





Cucujide dentelé des grains
Longueur 0,3 cm

Calandre des grains
Longueur 0,35 cm

développent près de la surface des amas de grain. L'infestation peut se propager dans le grain sec entreposé à proximité. Comme certaines espèces de coléoptères des moisissures ressemblent au cucujide roux et ont à peu près la même taille, il arrive que, à la suite d'une erreur d'identification, on applique des mesures de lutte inutiles. Il importe donc de bien identifier les insectes avant de procéder à un traitement chimique. Le cucujide des grains et le *Lathridius minutus* (L.) sont les deux espèces de coléoptères des moisissures les plus répandues dans les céréales entreposées des Prairies.

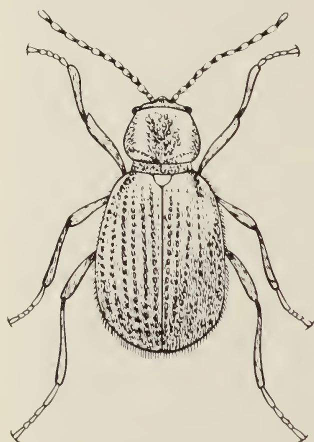
La présence de coléoptères des moisissures et du cucujide roux dans le grain entreposé devrait inquiéter les producteurs et les gérants d'élévateurs puisqu'elle signale souvent la présence de moisissures et de conditions d'humidité élevée, ainsi que le début de la détérioration du grain. Si l'on ne déplace pas le grain, une grande partie ou la totalité des stocks se détérioreront, causant des pertes importantes. Le fait d'employer des fumigants pour éliminer les coléoptères des moisissures n'empêchera aucunement les pertes dues aux moisissures. Si l'on constate la présence de ces coléoptères, il faut tourner le grain pour briser les îlots de grains gourds et humides.

Quant au cucujide dentelé des grains, il préfère l'avoine au blé et à l'orge. Cet insecte se reproduit rapidement dans les amas de céréales et d'aliments du bétail entreposés dans des lieux chauffés. Il provoque l'échauffement du grain et peut survivre durant l'hiver dans la poussière de céréales et dans le grain gourd. L'adulte est de couleur brune, mesure 0,3 cm de longueur et arbore six dents de chaque côté du thorax. Il préfère le grain échauffé et, dans des conditions optimales (grain dont la température varie de 31 à 34°C et dont la teneur en eau est de 14 à 15 %), il met environ 22 jours à passer de l'œuf à l'état adulte.

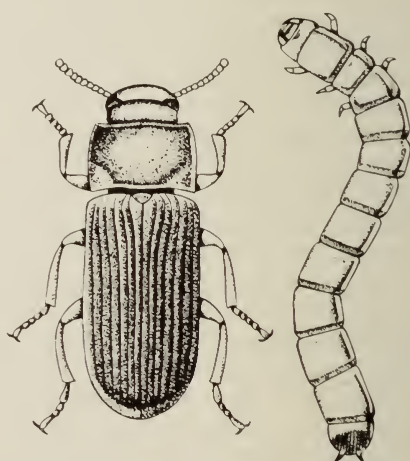
La calandre des grains est l'un des parasites les plus nuisibles aux céréales entreposées sous toutes les latitudes. Toutefois, on ne la rencontre que rarement dans les Prairies. La calandre adulte se distingue par son rostre, qu'elle utilise pour percer les grains. La femelle dépose un œuf dans l'orifice et en obture ensuite l'ouverture à l'aide d'une substance gélatineuse. La larve se nourrit de l'endosperme du grain et achève son développement à l'intérieur de celui-ci. La pupe qui en résulte se métamorphose en adulte qui se ménage une issue vers l'extérieur en broyant le côté du grain avec ses mandibules. Dans des conditions optimales (de 26 à 30°C et 14 % d'humidité), l'insecte met de 25 à 35 jours à passer de l'œuf à l'état adulte. La calandre est de couleur brun foncé et atteint environ de 0,3 à 0,4 cm de longueur. Lorsqu'elle est dérangée, elle replie ses pattes sous son corps et fait la morte.

Ces dernières années, on a également décelé la présence du charançon du riz dans quelques silos primaires. Cet insecte mesure de 0,2 à 0,4 cm de longueur, et ses ailes repliées sur l'abdomen portent quatre taches rougeâtres ou orange distinctes. À 30°C et 14 % d'humidité, il passe de l'œuf à l'adulte en 28 jours.

Le ptine velu s'attaque surtout à la farine de blé et aux aliments du bétail. Il peut toutefois infester le grain entreposé en surface. Les adultes et les larves sont munis de fortes mâchoires qui leur permettent de tailler de grandes ouvertures irrégulières dans l'endosperme des grains. L'adulte mesure 0,35 cm de longueur et possède de longues pattes semblables à celles des araignées ainsi que de longues antennes filiformes. Ce coléoptère ne se reproduit qu'une fois par année. Souvent, trois ou quatre larves réunissent cinq à huit grains en une grappe dans laquelle elles se nourrissent et se développent pendant envi-



Ptine velu
Longueur 0,35 cm



Ténébrion meunier, adulte et larve
Longueur de l'adulte 1,5 cm

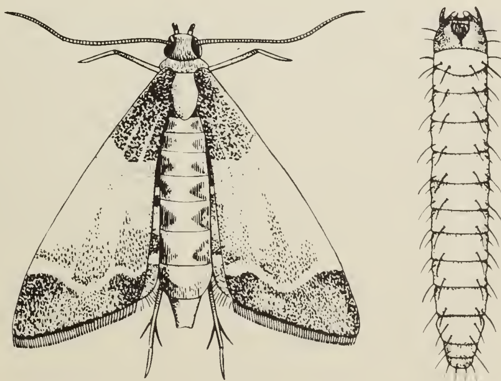
ron 5 mois. Par la suite, chaque larve tisse son propre cocon à l'intérieur duquel elle se pupéfie. L'imago en émerge en fin de métamorphose.

Le ténébrion meunier est le plus gros coléoptère des céréales entreposées. Il est peu répandu dans les exploitations agricoles, mais se rencontre parfois en grand nombre à la surface des amas de grains. Il s'attaque d'abord aux aliments du bétail, puis au grain entreposé. L'adulte est noir et mesure environ 1,5 cm de longueur; la larve est jaune et atteint une longueur de 0,2 à 2,8 cm. Ce coléoptère préfère les endroits sombres et humides des cellules d'entreposage. L'adulte ne vit que 2 ou 3 semaines, mais la période qui sépare le stade larvaire de la pupaison peut s'étendre sur plusieurs mois.

Lépidoptères

Dans les Prairies, les lépidoptères sont moins abondants dans les céréales entreposées que les coléoptères. Les températures froides de l'hiver réduisent l'activité de ces insectes, qui restent surtout dans les couches superficielles des grains gourds ou humides qui peuvent être échauffés.

La pyrale de la farine se rencontre d'habitude dans les plaques de grain moisi. La larve est de couleur crème mais sa tête est noire. Lorsqu'elle a atteint sa taille définitive, elle mesure environ 2 cm. Elle tisse une soie avec laquelle elle agglutine les grains les uns aux autres, formant une grappe. L'adulte a une envergure de 2,5 cm. Ses ailes antérieures sont de couleur brun pâle et sont tachetées de points brun foncé à la base et aux extrémités. Chaque aile porte deux bandes blanches transversales ondulées. Cette espèce prend environ 2 mois pour boucler son cycle en été.



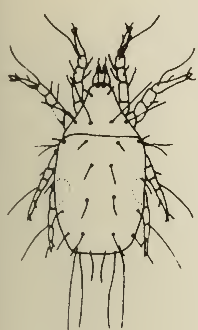
Pyrale de la farine et larve
Envergure des ailes de l'adulte 2,5 cm

Acariens

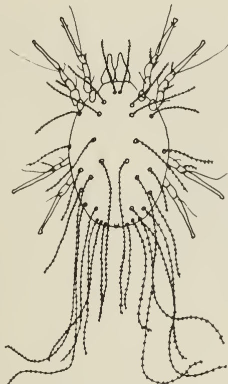
Les acariens sont des petits arthropodes fragiles difficilement perceptibles à l'œil nu. Contrairement aux insectes adultes, dont le corps est pourvu de trois parties distinctes et de six pattes, les acariens adultes ont un corps en forme de sac et muni de huit pattes. Ils résistent bien aux températures hivernales et s'alimentent de grains cassés, de graines de mauvaises herbes, de déchets de céréales et de moisissures qui attaquent les masses de grains; ils sont donc bien adaptés pour s'attaquer aux céréales et aux graines oléagineuses en entrepôt dans les provinces des Prairies. Les petits amas de graines de colza canola et de grains de céréales gourds et humides sont des endroits de prédilection pour la reproduction des acariens. Environ 25 % de ces graines peuvent être infestées. Il y a huit espèces d'acariens que l'on retrouve fréquemment dans les cellules d'entreposage des exploitations agricoles et les élévateurs primaires. Ces arthropodes imprègnent les grains parasités d'une forte odeur de menthe. Leur cycle biologique comporte le stade de l'œuf, un stade de larve à six pattes, de deux à trois stades de nymphe à huit pattes et un stade adulte à huit pattes. À la nymphose, l'insecte peut passer par un stade appelé hypopus au cours duquel il ne se nourrit pas. Il est alors actif ou inactif et résiste aux températures hivernales, à la sécheresse, à la disette et à la plupart des fumigants.

Le ciron de la farine s'attaque au germe des grains de céréales, réduisant ainsi leur potentiel germinatif, et propage les moisissures, dont il se nourrit également. Les grains fortement parasités prennent le goût caractéristique de cet acarien, ce qui les rend impropres à l'alimentation du bétail. Dans certains cas, l'ingestion d'aliments parasités provoque des troubles gastriques et d'autres symptômes chez les bovins laitiers et d'autres animaux de ferme. L'adulte mesure de 0,3 à 0,6 mm de long, et les femelles sont plus grosses que les mâles. Cet acarien est de couleur blanc perlé à brun jaunâtre. Son corps est lisse et brillant, et quatre longues soies se dressent à son extrémité postérieure. Le ciron de la farine peut se multiplier rapidement dans le grain entreposé, surtout à l'automne, accroissant sa population par 7 fois en l'espace d'une semaine. La femelle adulte pond environ 500 œufs au cours de sa vie (42 jours). À 20°C et 14 % d'humidité, le ciron de la farine peut boucler son cycle en 14 jours. Les adultes et tous les stades immatures sauf l'hypopus meurent dans l'espace d'une semaine lorsqu'ils sont exposés à une température de -18°C. Les œufs peuvent survivre à une température de -10°C pendant une période d'environ 12 jours ou à une température de 0°C pendant 2 à 3 mois.

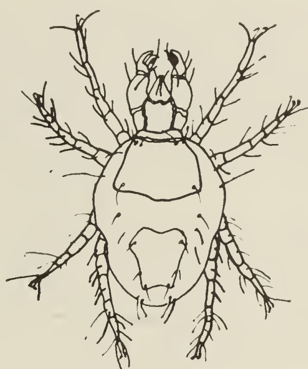
Le glycophage destructeur est l'acarien qui se rencontre le plus fréquemment dans les grains entreposés. Il résiste bien au froid et peut vivre à la fois dans le grain de catégorie ordinaire et le grain gourd. Il est pourvu de plusieurs poils plus longs que son propre corps. Il se déplace rapidement et par soubresauts, et se nourrit de grains cassés, de poussière de céréales et de moisissures. L'adulte est blanc et mesure de 0,3 à 0,5 mm de longueur. Cet acarien infeste en général les cellules d'entreposage des exploitations agricoles du mois de juin au mois de novembre. Il peut survivre pendant plus de 7 jours à une température de -18°C.



Ciron de
la farine
Longueur
moyenne 0,45 mm



Glycophage
destructeur
Longueur
moyenne 0,4 mm



Cheylète
cannibale
Longueur
moyenne 0,5 mm



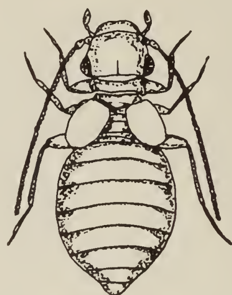
Tarsonème
des grains
Longueur
moins
de 0,2 mm

Le cheylète cannibale s'attaque aux cirons de la farine, aux glycophages destructeurs et aux œufs d'insectes. Malheureusement, il n'est pas assez répandu pour anéantir tous les acariens nuisibles aux céréales. Son corps en losange est blanc et traversé sur toute sa longueur d'une raie d'un blanc crayeux. Il est pourvu d'organes de préhension en forme de pinces, de palpes et de longues pattes. Il mesure de 0,4 à 0,6 mm de longueur. D'habitude, une faible population de ces ravageurs demeure active toute l'année dans les grains entreposés. Ce parasite peut se reproduire dans la plupart des grains gourds à des températures variant de 12 à 27°C.

Le tarsonème du grain, acarien mycétophage commun, fréquente les vieux stocks de grain dans les cellules d'entreposage. Dans des conditions optimales (30°C et 17 % d'humidité), il achève son développement complet en 7 jours. Il se multiplie dans le blé au rythme de la croissance de certaines moisissures de conservation dont il s'alimente. Sa présence indique que le grain est attaqué par les moisissures et qu'il se détériore. L'adulte est orange clair ou jaunâtre et mesure moins de 0,2 mm de longueur. Il peut vivre pendant environ 17 jours à une température de 30°C et à un degré d'humidité relative de 90 %.

Psocidés

Ces insectes sont légèrement plus gros que les acariens. L'adulte possède un corps mou d'environ 0,1 cm de longueur, une grosse tête et de longues antennes. Certaines espèces sont pourvues d'ailes. En 3 semaines, la femelle pond environ 100 œufs qui atteindront l'état adulte au cours de l'été. À 27°C



Psocidé
Longueur 0,1 cm

et 13 % d'humidité, l'insecte complète son développement en 21 jours environ. Certains adultes peuvent résister à la disette pendant 51 jours. Les psocidés sont des insectes peu nuisibles aux céréales entreposées bien qu'ils puissent se nourrir de grains endommagés et fréquenter le grain gourd ou humide. Ils se rencontrent d'habitude avec d'autres insectes ou acariens plus dévastateurs dont ils mangent souvent les œufs.

Moisissures d'entreposage

Les moisissures proviennent du sol et du matériel végétal en décomposition. On en trouve dans les moissonneuses-batteuses et, à l'état de spores, sur les grains. Les moisissures d'entreposage sont en général inertes sur le grain à faible teneur en eau. Toutefois, lorsque le degré d'humidité du grain augmente, par exemple, dans le cas du grain gourd, du grain humide ou du grain mouillé par accident, différents types de moisissures se développent à partir des spores, selon un ordre déterminé. La première moisissure qui se développe produit de l'humidité qui favorise la germination des autres moisissures de la succession. Le taux de croissance est fonction de la température et de la teneur en eau des graines. La formation de moisissures de conservation sur les graines peut provoquer une altération de la qualité de ces dernières en causant leur échauffement et leur détérioration, leur prise en masse, la dégradation de leur pouvoir germinatif et le dégagement de mauvaises odeurs.

Mycotoxines

Les mycotoxines sont des métabolites fongiques qui peuvent être toxiques pour certains animaux de ferme et autres mammifères. Certaines souches des genres *Aspergillus* et *Penicillium* élaborent des toxines lorsqu'elles se développent sur le grain dans des conditions de température et d'humidité favorables. Ces substances toxiques causent de plus graves problèmes dans les pays tropicaux, les températures ambiantes et l'humidité y étant plus élevées que dans les Prairies. De temps en temps, on trouve des mycotoxines dans les régions plus humides du Canada.

Les mycotoxines se manifestent en très petites doses et seule une analyse chimique exhaustive et complexe permet d'en déceler la présence. Leur toxicité spécifique est élevée et elles peuvent avoir des effets sur la santé des animaux de ferme à des concentrations de l'ordre de parties par million ou à des doses encore plus faibles. Les intoxications aiguës provoquées par l'ingestion d'aliments moisis peuvent entraîner chez un grand nombre d'animaux l'affaissement ou même la mort. Les intoxications chroniques du bétail se manifestent par une diminution de la productivité des animaux. Les exploitants agricoles qui soupçonnent une intoxication de leur bétail causée par des mycotoxines devraient consulter un vétérinaire.

Les moisissures bleues-vertes du genre *Penicillium* attaquent souvent le grain lorsqu'il est humecté par accident ou mal entreposé; certaines d'entre elles sont des souches productrices de substances toxiques. L'ingestion de blé et d'orge humides a, dans certains cas, entraîné une intoxication à l'ochratoxine A, un poison violent provoquant des troubles rénaux. Il est déconseillé de nourrir des animaux, surtout les porcs et la volaille, avec du grain que l'on croit être contaminé par cette toxine.

ORIGINES DE LA DÉTÉRIORATION ET DE L'INFESTATION DU GRAIN

Le grain récolté à l'état gourd ou humide peut s'échauffer, être infesté par les insectes ou attaqué par les champignons pendant l'entreposage. Les récoltes record, en période de contingentements réduits, peuvent forcer le producteur à entreposer temporairement son grain dans des coffres ouverts, des granges, des remises ou des bâtiments inhabités. Si le grain se refroidit uniformément au cours de l'hiver, il ne subira aucune détérioration. Toutefois, dans les compartiments qui contiennent plus de 30 t, l'humidité peut se condenser en surface ou en périphérie et favoriser la croissance d'organismes nuisibles ainsi que la multiplication des insectes.

Même si le grain a été entreposé à l'état sec, des amas de grains humides peuvent se créer en certains endroits. Le grain s'humidifie en plaques lorsque la vapeur d'eau, suivant les courants de convection de l'air, passe du grain chaud au grain plus froid. Le même phénomène se manifeste lorsque la pluie ou la neige s'infiltre par les ventilateurs et les fissures du toit et des parois. La plupart du temps, l'action asséchante du vent dans les Prairies réduit ce risque. Toutefois, le grain à forte teneur en eau risque toujours

de s'abîmer. Par conséquent, il faut le surveiller constamment pour prévenir sa détérioration.

Le grain est souvent ensilé par temps chaud, au moment de la récolte ou après le séchage. Étant un bon isolant (un tiers du pouvoir isolant du liège), il se refroidit lentement. Certaines zones de la masse, en particulier le centre, peuvent ainsi conserver leur chaleur pendant plusieurs semaines au cours de l'automne et au début de l'hiver. La surface et les couches extérieures se refroidissent rapidement, et l'humidité de la zone centrale circule entre les grains, se condense à la surface de la masse où le grain est plus froid et provoque la germination. Dans des conditions favorables, les moisissures toujours présentes croissent et dégagent de la chaleur.

Une forte teneur en humidité est la cause principale de la détérioration du grain entreposé (tableau 1).

Tableau 1 Teneur en eau des graines oléagineuses, des légumineuses et des grains de céréales gourds ou humides.

	Teneur en eau	
	Gourd	Humide
Blé	14,6-17,0	plus de 17,0
Blé dur ambré	14,6-17,0	plus de 17,0
Sarrazin	16,1-18,0	plus de 18,0
Avoine	14,1-17,0	plus de 17,0
Orge	14,9-17,0	plus de 17,0
Lin	10,6-13,5	plus de 13,5
Colza canola	10,1-12,5	plus de 12,5
Moutarde	10,6-12,5	plus de 12,5
Seigle	14,1-17,0	plus de 17,0
Pois	16,1-18,0	plus de 18,0
Maïs	15,6-17,5	17,6-21,0
Soja	14,1-16,0	16,1-18,0
Tournesol	9,6-13,5	13,6-17,0

**Source*: *Guide de la classification des grains pour l'ouest et l'est du Canada*, Commission canadienne des grains, Winnipeg (Man.), 1er août 1980.

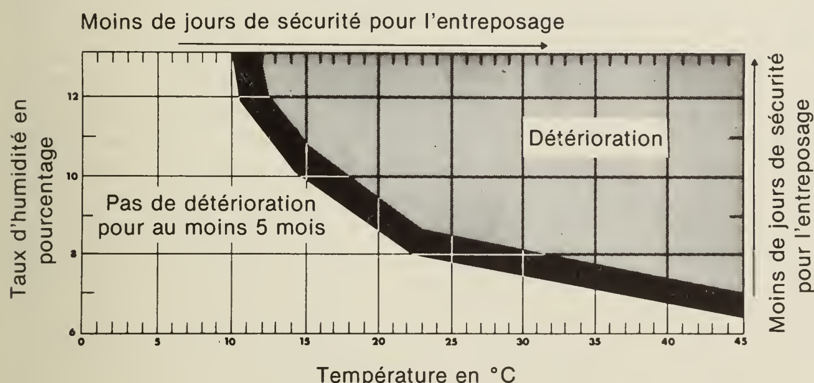
Davantage sujet à la détérioration, le grain gourd ou humide nécessite plus de soins que le grain ordinaire. À son arrivée à l'élévateur primaire, il peut être déclassé puisque, avant d'être vendu à l'étranger, il doit être séché pour répondre aux normes du grain de catégorie ordinaire. Le grain à forte teneur en eau doit être entreposé dans des compartiments spéciaux et expédié séparément. En outre, ce grain est davantage susceptible d'être infesté que le grain de catégorie ordinaire.

Dans le tableau ci-dessous portant sur la durée d'entreposage du colza canola, on prédit les différentes combinaisons de température et de teneur

en eau qui permettent d'entreposer la denrée pendant 5 mois sans risques de détérioration.*

Les insectes, les acariens et les moisissures responsables de l'échauffement et de la détérioration du grain sont inactifs à basse température (aux températures inférieures à environ 8°C dans le cas des insectes, à 0°C dans le cas des acariens et à –8°C dans le cas des moisissures). D'habitude, le grain gourd et humide entreposé en quantités inférieures à 30 t se refroidit rapidement et uniformément au cours de l'hiver. En outre, la surface s'assèche dans une certaine mesure. Toutefois, une masse de 30 t ou plus se refroidit plus lentement, et l'écart de température entre le centre et la surface peut provoquer la condensation de la vapeur d'eau et la détérioration du grain.

DIAGRAMME DE LA DURÉE D'ENTREPOSAGE DU CANOLA*



TYPES D'UNITÉS D'ENTREPOSAGE ET MESURES PRÉVENTIVES CONTRE LA DÉTÉRIORATION ET L'INFESTATION DU GRAIN, ET CONTRE SA DÉGRADATION PAR LES MOISISSURES DE CONSERVATION

Le grain doit essentiellement être entreposé dans une unité d'entreposage bien construite, si l'on veut éviter les attaques des insectes et préserver sa qualité pendant un entreposage prolongé. Les meilleures cellules sont étanches, ventilées et faites d'un mur simple. Il est préférable d'utiliser plusieurs cellules de 27 t plutôt que des unités plus grandes, le grain séchant plus rapidement et plus uniformément en petites quantités. Les unités doivent être

*Source: *La culture du colza canola*, fiche technique n° 4, Entreposage du colza canola, Conseil canadien du canola, 1980.

construites sur un terrain élevé et bien drainé, de façon à garder le grain à l'abri des précipitations abondantes et des inondations printanières. Chaque type d'unité présente à la fois des avantages et des désavantages.

Les cellules métalliques offrent aux insectes moins d'endroits pour se reproduire que les cellules de bois. Elles peuvent, en outre, être fabriquées à l'épreuve des rongeurs et nécessitent beaucoup moins d'entretien que les constructions de bois. Quand ils sont plus étanches, la fumigation y est plus efficace.

La plupart des cellules métalliques sont construites sur une aire de béton armé qui se fendille parfois et laisse s'infiltrer l'eau du sol. Les parois prennent de l'expansion au remplissage et toutes les fissures, surtout à la base, doivent être calfeutrées. On utilise un composé spécial pour boucher les fentes du plancher et les joints ouverts à l'intersection du plancher et des murs. L'assise de béton armé devrait avoir une forme légèrement convexe pour permettre l'écoulement de l'eau, car les dépressions de l'assise retiennent l'eau, qui est absorbée par le grain. Les cellules d'entreposage ne doivent pas être combles. Il faut laisser suffisamment d'espace au-dessus de la masse de grain pour permettre la ventilation et le séchage.

Les céréaliculteurs ont maintenant tendance à entreposer les grains dans des compartiments métalliques à grande contenance. Toutefois, comme des problèmes de circulation d'humidité peuvent se manifester dans ces compartiments, on recommande fortement que l'exploitant installe un système de ventilation afin de diminuer les risques de dommages et d'infestations par les insectes ou les acariens pendant l'entreposage.

La plupart des cellules en bois contiennent environ 27 t de blé. Grâce à leur petite taille, elles peuvent être transportées lorsqu'elles sont vides. Par contre, elles nécessitent de fréquentes réparations pour conserver leur étanchéité. La cellule doit être placée environ 15 cm au-dessus du sol de manière à permettre une circulation d'air et un refroidissement uniforme du grain.

Lors de récoltes supérieures à la moyenne, le producteur entrepose souvent son grain dans des granges, des remises et des maisons. Dans ce cas, il doit prendre des mesures préventives supplémentaires pour assurer une conservation du grain sans risque de dommage. Par exemple, il doit boucher les fissures des planchers de béton armé à l'aide d'un produit de calfeutrage. Par ailleurs, comme les murs doubles de granges renferment souvent de la poussière de grain infestée, le producteur doit enlever les planches du bas pour retirer les débris et appliquer un pulvérisant ou une poudre insecticide entre les montants.

Les coffres ouverts peuvent être faits de contre-plaqué ou de balles de foin pour l'entreposage temporaire. Il faut les construire dans un endroit élevé où le sol est sec afin d'éviter les dommages causés par l'humidité du sol. Empiler le grain au centre du séchoir en formant un cône le plus élevé possible, de façon à permettre l'écoulement de la pluie et de la neige, et à éviter de laisser un espace entre le bord du coffre et la surface du grain. Si le grain est sec, on peut le recouvrir d'une feuille de polyéthylène foncé, mais laisser le grain gourd ou humide à découvert pour qu'il sèche au vent.

Utilisation d'un système de ventilation pour prévenir la détérioration du grain

Sous le climat frais des Prairies, on peut conserver la qualité des grains de céréales et des graines oléagineuses sans qu'il n'en coûte beaucoup en soufflant de l'air extérieur à travers la masse entreposée. Pour assurer ce type de ventilation, il faut munir la cellule d'une gaine ou d'un plancher perforé ainsi que d'un ventilateur hélicoïde (ou centrifuge) qui fait pénétrer l'air extérieur dans l'enceinte par soufflage ou qui en extrait de l'air par aspiration. Le ventilateur doit assurer un débit d'écoulement de l'air d'au moins 1 L/s par m^3, pour refroidir le grain et maintenir sa température ainsi que sa teneur en eau à un niveau uniforme raisonnable. La ventilation forcée réduira la circulation d'humidité en diminuant les gradients de température à travers la masse entreposée. Lorsqu'on fait pénétrer de l'air chaud dans la cellule à l'aide d'un ventilateur, immédiatement après la récolte, à la fin de l'été ou en automne, on diminue la teneur en eau du grain d'au moins 1 à 2 %. Dans le cas de certaines cultures, telles que le colza canola, le fait de sécher le grain tant soit peu suffit à empêcher les dommages et à assurer une bonne conservation. Le colza canola est susceptible de se détériorer rapidement en entrepôt, même lorsque la teneur en eau des graines entreposées a atteint la norme de la catégorie ordinaire ou s'en approche. Un ventilateur de taille relativement petite suffit à prévenir tout dommage qui pourrait affecter les denrées entreposées. D'ailleurs, les coûts en énergie et les coûts d'installation initiale seront d'autant plus faibles que la taille du ventilateur sera petite.

Dès que le grain est entreposé, il faut mettre le ventilateur en marche pour introduire de l'air extérieur dans l'unité d'entreposage. On doit le laisser fonctionner jusqu'à ce que le grain ait atteint la température normale de l'air. La température du grain récolté par temps chaud est d'ordinaire supérieure de 6 à 8°C à la température de l'air. Il est préférable d'utiliser conjointement un ventilateur et un humidostat afin d'économiser l'énergie électrique et de contrôler l'humidité ambiante. Si le ventilateur est à commande manuelle, il faut l'arrêter lorsque la pluie et la brume persistent pendant plusieurs jours. Les insectes, les acariens et les moisissures qui causent des dommages aux grains entreposés commencent d'habitude à se multiplier dans les petits amas de grains gourds ou humides qui se forment dans les masses de grains de catégorie ordinaire. C'est pourquoi il faut éviter de laisser pénétrer trop d'air humide dans le compartiment les jours de pluie.

Lorsque la température de l'air approche 0°C, il faut inverser la circulation de l'air de sorte que l'air extérieur refroidisse le grain sans en diminuer la teneur en eau. Lorsque l'air est introduit dans la cellule d'entreposage par soufflage, la partie superficielle de la masse de grains est la dernière à se refroidir et à sécher. Ainsi, en examinant le grain à la surface, il est facile de vérifier si toute la masse est refroidie ou si le grain a commencé à se détériorer. À l'automne et en hiver, les dommages se manifestent d'abord à la surface et au centre de la masse, car c'est là où la condensation est la plus importante. Lorsque l'air est aspiré vers l'extérieur, la couche du bas est la dernière à se refroidir. Dans ce cas, il y a moins de risque que l'excès d'humidité se condense au centre de la couche superficielle et que le grain se détériore.

Mesures de prévention et de lutte contre les moisissures de conservation

Pour empêcher le développement des moisissures de conservation, il faut surveiller étroitement la teneur en eau et la température des grains au moment de l'entreposage, surtout dans des compartiments non ventilés. De temps à autre, il faut mesurer la température des graines. Le grain dont la teneur en eau ou la température sont élevées doit être séché ou refroidi par ventilation forcée (*voir* la section précédente). Il faut utiliser un épandeur pour disperser les grains brisés ou ratatinés, les graines de mauvaise herbes et les petites particules à l'intérieur de la masse. Il faut enlever la neige qui, poussée par le vent, pourrait favoriser le développement de moisissures. Lorsque le grain a déjà commencé à s'échauffer ou à se détériorer, il s'agit de tourner le grain dans un silo vide de façon à éliminer les zones humides et à refroidir la masse. D'autre part, on peut aussi ventiler ou sécher le grain. On doit toujours être accompagné lorsque l'on grimpe à l'intérieur ou sur le dessus d'une cellule d'entreposage. S'il est nécessaire de briser une croûte de moisissure à l'intérieur d'un compartiment ou de manipuler du grain détérioré, on doit porter un masque protecteur pour éviter de respirer les spores de moisissures.

Mesures préventives contre les infestations par les insectes

Il est facile de prévenir les infestations si l'on connaît exactement les conditions favorisant l'apparition des insectes. Des études ont révélé que la plupart des unités vides abritent une multitude d'insectes et d'acariens. Ceux-ci sont présents en outre dans les aliments du bétail, les camions et la machinerie agricole. Certains insectes peuvent aussi bien voler que marcher, ce qui leur permet d'infester plus facilement le grain entreposé. Le producteur doit donc appliquer certaines mesures préventives contre l'infestation et la détérioration du grain entreposé avant la récolte.

- Réduire les déchets en détruisant les mauvaises herbes dans les champs en culture. La présence de mauvaises herbes dans le grain favorise les infestations d'insectes nuisibles.
- Récolter le grain le plus sec possible, car les insectes, acariens et moisissures croissent rapidement dans le grain gourd.
- Nettoyer, réparer et rendre étanches les cellules vides. Brûler ou enfouir les déchets infestés.
- Éviter l'accumulation de déchets ou d'aliments à l'intérieur et à l'extérieur des lieux d'entreposage.
- Détruire les graminées et les mauvaises herbes à proximité des lieux d'entreposage.
- Ne pas entreposer le grain à proximité des aliments du bétail, ces derniers présentant un risque élevé d'infestation.

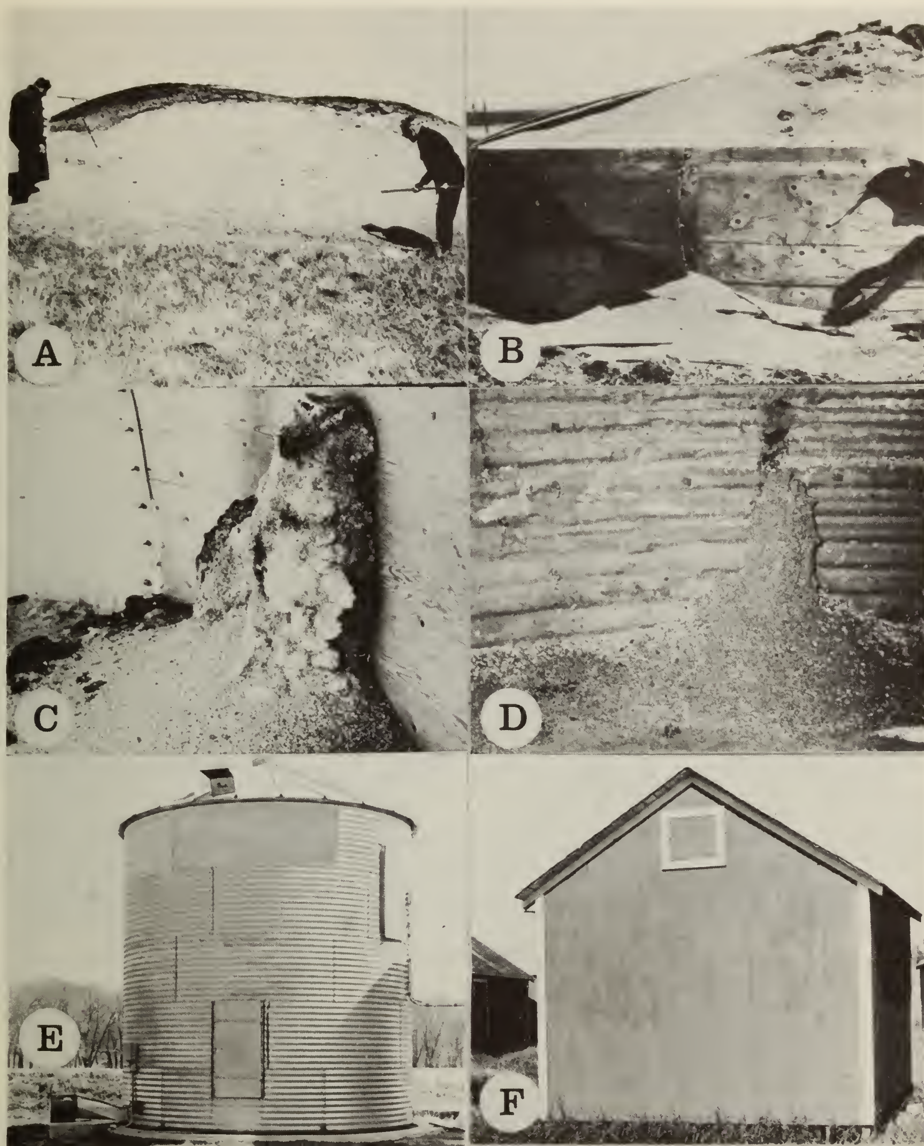


Fig. 2 Différents modes d'entreposage: ***A*****, amas à découvert (observer le phénomène d'encroûtement en surface);** ***B*****, cellule en contre-plaqué à découvert;** ***C*****, grain moisi près d'un joint à l'intérieur de la cellule en contre-plaqué;** ***D*****, moisissure se formant sur le grain au niveau d'un joint à l'intérieur d'une cellule d'entreposage en acier;** ***E*****, cellule en acier munie d'un système de ventilation;** ***F*****, cellule en bois bien construite.**



Fig. 3 Préparation de la cellule pour le stockage: *A*, balayage du plancher et des murs; *B*, ramassage des déchets; *C*, élimination des déchets infestés par enfouissement; *D*, élimination des déchets par combustion; *E*, dosage de l'insecticide; *F*, pulvérisation sur les murs (le plancher est traité de la même façon). Remarquer le masque et les gants.

- Pulvériser un insecticide approuvé sur les murs et le plancher environ 5 jours avant l'entreposage.
- Éviter de dépasser les sablières de la cellule d'entreposage en la remplissant, afin d'assurer une ventilation adéquate et un espace suffisant pour s'y glisser.
- Examiner toutes les 2 semaines le grain entreposé à l'état gourd en enfonçant la main à divers endroits pour déceler l'échauffement et l'encroûtement. Le grain frais et sec se détériore rarement. Enfoncer une tige de métal dans le grain pour vérifier l'encroûtement à diverses profondeurs.

La retirer après environ 2 min, puis la toucher avec le poignet ou la paume pour vérifier le degré d'échauffement.

- Toujours entreposer le grain dans des compartiments propres; les compartiments qui contiennent du vieux grain peuvent être infestés.

Mesures préventives contre les infestations par les acariens

- Veiller à ce que la teneur en eau des grains de céréales demeure inférieure à 12 % et celle du colza canola inférieure à 8 %.
- Lorsqu'il se forme, à l'intérieur de la masse de grain, des zones où la teneur en eau du grain varie de 15 à 16 %, il faut transvider le grain dans une autre cellule ou faire circuler de l'air extérieur à travers la masse.

DÉPISTAGE DES INFESTATIONS

Le producteur doit inspecter régulièrement les stocks entreposés, de façon à déceler les premiers signes d'infestation ou de détérioration. Prélever un échantillon toutes les 2 semaines afin de voir s'il y a infestation ou échauffement.

Pour dépister les infestations, passer un échantillon prélevé en surface dans un tamis n° 10 (4 mailles/cm). Prélever des échantillons en profondeur à l'aide d'une sonde. Chauffer les criblures pendant quelques minutes en cherchant avec attention toute manifestation d'insectes. Vérifier la température du grain en passant la main sur la surface de la masse et en y introduisant un tuyau métallique.

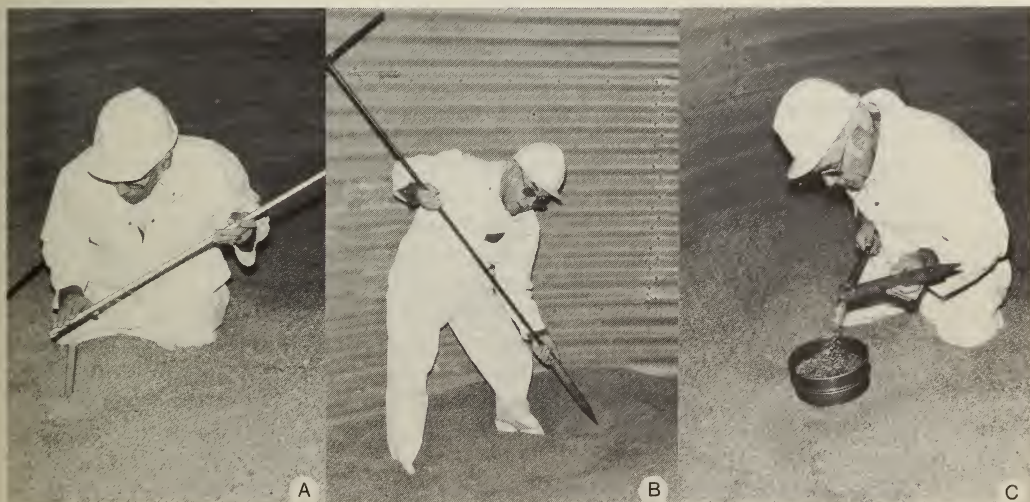


Fig. 4 Inspection du grain: *A*, tiges métalliques servant à déceler le grain échauffé; *B*, échantillon prélevé à l'aide d'une canne sonde; *C*, tamisage des échantillons pour en extraire les insectes.

Pour déceler la présence d'acariens, tamiser les échantillons à l'aide d'un tamis n° 30 (12 mailles/cm). Amener la poussière et les criblures à la température ambiante et les examiner à l'aide d'une loupe. Lorsque les acariens sont présents en grand nombre, ils donnent l'impression d'amas de poussière en mouvement. Il est toutefois difficile de déceler les faibles infestations.

Les insectes peuvent, de plus, être capturés à l'aide de cannes sondes ou de tuyaux munis d'ouvertures trop petites pour le grain, mais suffisamment grandes pour laisser passer les insectes. En été, des récipients de plastique remplis d'eau peuvent être placés sur le dessus de la masse entreposée pour prendre les insectes au piège.

LUTTE CONTRE LES INFESTATIONS

Il est nécessaire de lutter contre les infestations dès leur découverte si l'on veut éviter la contamination des autres cellules d'entreposage. Les mesures de lutte choisies dépendront de l'état et de la température du grain, des espèces de parasites présentes et de l'époque de l'année.

Traitement par temps froid et mesures sanitaires

Une façon efficace de lutter contre les infestations par les insectes consiste à abaisser la température du grain en hiver, soit (1) en transvidant le grain infesté d'une cellule à une autre; (2) en transvidant une partie du grain dans un camion et en le laissant refroidir au cours de la nuit pour ensuite le déverser de nouveau dans la cellule d'entreposage; ou (3) en utilisant un système de ventilation. À des température inférieures à 10°C, le développement des insectes est interrompu et ils cessent de se nourrir. À des températures inférieures au point de congélation, ils finissent par mourir. On peut exterminer le cucujide roux en maintenant la température du grain à −15°C pendant 2 semaines, à −10°C pendant 4 semaines ou à −5°C pendant 6 semaines. Puisque cette espèce est le parasite des grains entreposés le plus résistant aux basses températures, la plupart des autres insectes seront également détruits par la combinaison de la température et la période d'exposition. Si le producteur utilise un système de ventilation pour refroidir son grain en hiver, il doit l'utiliser de nouveau au printemps pour maintenir l'écart entre la température du grain et celle de l'air extérieur à 10°C ou moins. De cette façon, il réduira au minimum la condensation d'eau sur le grain.

Le nettoyage du grain est un autre moyen de combattre les infestations. Pour lutter contre les infestations par les lépidoptères, les acariens et les ptines, dans la zone superficielle de la masse de grain, ratisser le grain pour briser la croûte formée par les moisissures et le faire sécher. Enlever et détruire les parties infestées ou recouvertes de toiles.

Traitement aux insecticides de contact

Il est nécessaire d'éliminer les insectes qui infestent les cellules vides si l'on veut prévenir la détérioration du grain nouvellement entreposé. La

pulvérisation d'insecticides fait partie du traitement indiqué. On ne doit utiliser que les insecticides approuvés à cette fin et prendre toutes les précautions nécessaires lors de leur emploi (*voir* la section portant sur les précautions à prendre). Seul l'usage de ces insecticides est autorisé, car ces produits ont été sélectionnés en raison de qualités précises: faible risque de toxicité pour les mammifères et grande toxicité pour les insectes; pas d'odeur chimique conférée aux aliments; faible rémanence; sûreté, économie et facilité d'utilisation; quantités négligeables de résidus ou de produits toxiques laissées dans les aliments. Il faut consulter le représentant agricole local pour obtenir les informations les plus récentes, car la liste des insecticides recommandés et leurs doses d'application peuvent être modifiées d'une année à l'autre.

Les insecticides liquides et en poudre ne provoquent la mort des insectes que par contact et ils ne pénètrent pas dans les amas de grain ni dans la poussière sur les planchers. Il importe donc de débarrasser la cellule des déchets de céréales avant l'application.

Il existe diverses préparations d'insecticides et leur usage est fonction du type de cellule à traiter.

Dissoudre les concentrés émulsionnables dans de l'eau fraîche jusqu'à l'obtention d'une solution laiteuse; pulvériser immédiatement sur les surfaces de métal et de bois, de façon à éviter que les deux liquides ne se séparent. Les concentrés émulsionnables se dégradent plus rapidement et sont moins efficaces sur les surfaces de béton et de briques que sur le bois ou l'acier. En effet, la plupart des insecticides se dégradent en quelques jours sur le béton, mais peuvent demeurer actifs jusqu'à un an sur le bois ou l'acier. Éviter d'appliquer ces insecticides près des commutateurs et des boîtes à fusibles.

Mélanger les poudres mouillables à de l'eau fraîche dans un contenant distinct, puis verser le mélange dans le pulvérisateur. On peut appliquer la solution sur une surface de béton, de brique, de métal ou de bois. Elle laisse toutefois des taches blanches sur les surfaces peintes.

Pulvériser les surfaces de bois ou les surfaces métalliques et brumiser les compartiments d'entreposage en utilisant des insecticides en solution huileuse. Le cas échéant, utiliser de l'huile raffinée et désodorisée pour diluer les concentrés. La plupart des solutions vendues sur le marché sont déjà diluées et peuvent être appliquées près des commutateurs.

Par temps froid, il est préférable d'utiliser des solutions huileuses, car les solutions aqueuses risquent de geler. Toutefois, éviter de pulvériser les solutions huileuses sur le plastique et le caoutchouc.

Les planchers et les murs sont plus faciles à traiter avec une poudre qu'avec un liquide. À cette fin, utiliser une poudreuse ou balayer l'insecticide jusque dans les fissures.

Les graines oléagineuses en entrepôt absorbent les insecticides de contact qui recouvrent les surfaces traitées des cellules d'entreposage. Il faut donc éviter d'appliquer ces insecticides dans les cellules où l'on prévoit en entreposer. Si les lieux d'entreposage sont infestés, les balayer soigneusement, détruire les déchets et appliquer un peu d'insecticide à la jonction du plancher et des murs.

Si des parasites des denrées entreposées sont visibles sur les murs extérieurs de la cellule, pulvériser ces murs ainsi que le sol avoisinant. D'ailleurs,

même si ces insectes nuisibles ne se manifestent pas à la vue, il est prudent de pulvériser le grain renversé, le sol qui entoure la cellule de stockage et le dessous des cellules surélevées.

Précautions à prendre en pulvérisant

- Lire le mode d'emploi et l'observer rigoureusement.
- Vérifier soigneusement si les pulvérisateurs et les tuyaux n'ont pas de fuite.
- Prendre garde de ne pas renverser de l'insecticide.
- Utiliser un masque protecteur muni de filtres approuvés lors de l'application d'insecticide dans des enceintes fermées, par exemple, des cellules vides.
- Porter des vêtements protecteurs, des bottes de travail et des gants lors de la préparation de l'insecticide et de sa pulvérisation.

Dilution des concentrés

La quantité d'eau nécessaire à la dilution d'un concentré émulsionnable ou d'une poudre mouillable dépend de la quantité d'insecticide qu'ils contiennent et de la dose recommandée. Le calcul suivant permet de déterminer la quantité d'eau à ajouter à un concentré émulsionnable à 50 % pour obtenir une préparation à 2 %:

$$(50-2)/2 = 48/2 = 24$$

Ainsi, il faut ajouter une partie (0,2 L) de concentré à 50 % à 24 parties (4,8 L) d'eau pour obtenir une solution à 2 %.

La figure 5 indique la quantité d'eau qu'il faut ajouter à une partie de concentré émulsionnable ou de poudre mouillable pour obtenir une solution à 0,5 %, 1 %, 2 % ou 5 %.

Certains insecticides sont plus efficaces et plus rémanents que d'autres. Pour combattre le cucujide roux dans les cellules vides, utiliser une solution à 1 % et pulvériser environ 5 jours avant l'entreposage. Si l'entreposage ne doit commencer qu'un mois ou deux après la pulvérisation, utiliser une préparation à 5 % pour prolonger l'efficacité du traitement.

Appliquer l'insecticide à raison de 5 L/100 m^2 à l'aide d'un pulvérisateur portatif à pression, muni d'une buse comportant un orifice de 0,4 mm de diamètre pour les concentrés émulsionnables ou les solutions diluées dans l'huile, ou un orifice de 0,8 à 1,2 mm de diamètre pour les solutions de poudre mouillable.

La figure 6 précise la quantité de solution à pulvériser sur les planchers et les murs des cellules d'entreposage de différentes capacités.

Traitement du grain

Certains insecticides de contact permettent le traitement du grain au moment de l'entreposage. Un insecticide liquide est pulvérisé ou une poudre insecticide est mêlée au grain à un taux dépendant de la vitesse de la vis sans fin. Suivre les indications de l'étiquette. L'application d'une quantité excessive d'insecticide confère au grain une odeur chimique qui pourrait entraîner sa dépréciation. Le grain ne doit pas être vendu ni utilisé pour l'alimentation du bétail au cours de la période après traitement précisée sur l'étiquette.

Pour traiter le grain à l'aide d'une solution à 1 % d'un insecticide recommandé, appliquer à raison de 0,8 L/t de blé. Pour déterminer la quantité d'insecticide nécessaire et le débit d'application, consulter le tableau 2.

Tableau 2 Dose et débit d'application d'insecticide.

Débit (blé)		Débit d'application (solution)	
Tonnes par heure	Tonnes par minute	Litres par heure	Litres par minute
3	0,05	2,4	0,04
6	0,10	4,8	0,08
9	0,15	7,2	0,12
12	0,20	9,6	0,16
15	0,25	12,0	0,20

Les insecticides peuvent servir à protéger les grains entreposés contre les infestations ou à lutter contre les insectes déjà sur place. Le traitement est surtout efficace à titre de mesure préventive, pourvu que le grain soit entreposé dans de bonnes conditions et qu'il contienne moins de 15 % d'eau. Autrement l'insecticide se dégradera rapidement.

Fumigation du grain

Les fumigants sont des gaz toxiques parfois utilisés pour combattre les insectes nuisibles au grain entreposé. On les trouve d'habitude sous forme liquide ou solide. Étant nocifs aux humains et aux animaux de ferme, ils ne doivent être appliqués que par des personnes expérimentées. Éviter d'inhaler les vapeurs et suivre le mode d'emploi (*voir* la section portant sur les précautions à prendre).

On ne doit appliquer les fumigants que dans les conditions ou les circonstances suivantes:

- Il faut une personne éprouvée pour surveiller les opérations.
- La température du grain atteint au moins 5°C. (Les fumigants sont le plus efficaces à une température supérieure à 20°C.)

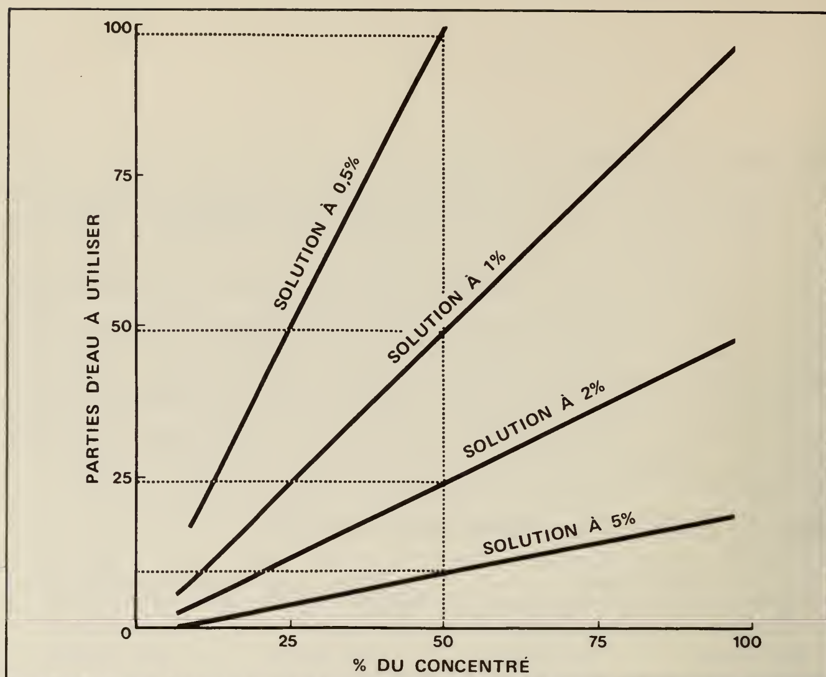


Fig. 5 Volume d'eau à ajouter à une partie d'insecticide pour obtenir une solution concentrée à 0,5 %, 1 %, 2 % et 5 %.

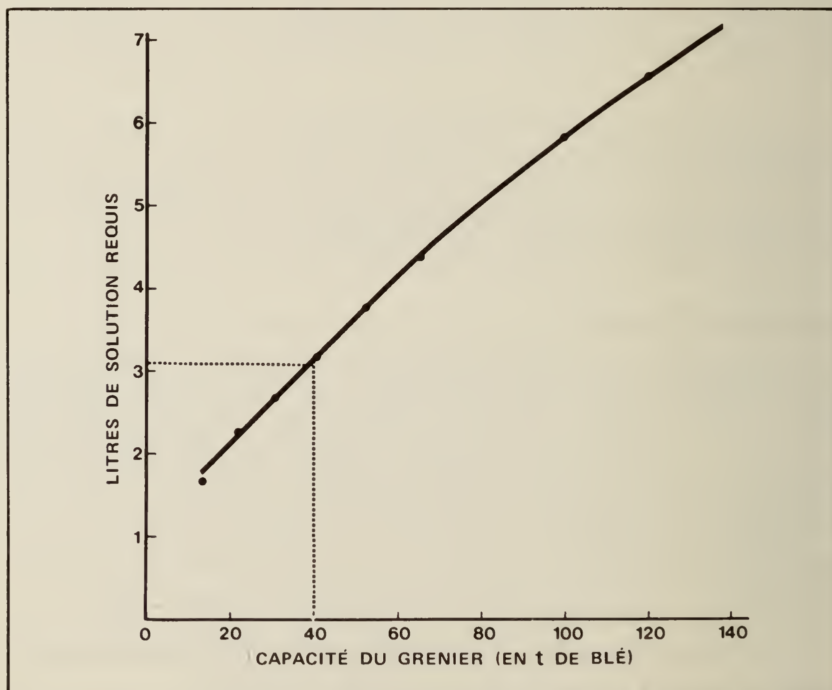


Fig. 6 Quantité de solution nécessaire au traitement de cellules d'entreposage de diverses capacités.

- Le grain infesté est entreposé dans une enceinte suffisamment étanche pour retenir les gaz.
- Il est nécessaire de traiter rapidement le grain contre une infestation avant de le vendre.
- On dispose des masques à gaz, des gants de caoutchouc et des vêtements protecteurs nécessaires.

Deux types de fumigants peuvent servir au traitement du grain entreposé. Les fumigants liquides sont pulvérisés en surface, versés sur le grain au moment de l'entreposage ou déversés dans des tuyaux enfoncés dans la masse entreposée. Quant aux fumigants solides, offerts sous forme de comprimés ou d'agglomérés sphériques, ils sont appliqués sur le grain au moment de l'entreposage ou introduits dans la masse stockée à l'aide de tuyaux.

Avant la fumigation, calfeutrer les fissures et autres ouvertures de façon à prévenir toute fuite de gaz. Pulvériser uniformément le fumigant liquide en surface, introduire dans le grain un fumigant solide sous forme de comprimés ou d'agglomérés à l'aide d'une sonde ou ajouter l'une ou l'autre de ces formes de fumigant au moment du transvidage des grains d'une cellule à une autre.

Pulvérisation en surface

Les cellules métalliques étanches nécessitent une dose moins élevée de fumigants que celles de bois. Par une ouverture dans la paroi répandre le produit de l'extérieur de la cellule sur la surface des grains sous forme d'un jet de grosses gouttelettes. Utiliser une pompe aspirante pour une application qui peut s'élever jusqu'à 50 L par cellule. Si la quantité de grain à fumiger est supérieure à 50 t, utiliser une pompe à engrenage ou tout autre pulvérisateur mécanique. Une pompe actionnée par un moteur à essence de 2611 W (3,5 hp) donnera un débit de 30 à 50 L/min à un pulvérisateur muni d'un boyau de caoutchouc de 3 cm de diamètre. Le fumigant, la pompe et le moteur doivent rester au niveau du sol. Commencer au fond de la cellule en avançant graduellement vers la porte.

Après usage, nettoyer soigneusement la pompe avec un solvant approprié.

Traitement localisé

Appliquer le produit directement sur les zones infestées, lorsque leur emplacement est connu. Pour les traitements aux fumigants liquides, utiliser des tuyaux métalliques de 2 ou 3 cm de diamètre percés d'ouvertures de 1 mm le long des 30 derniers cm. Enfoncer les tuyaux dans les zones infestées et à leur pourtour, et y verser le fumigant à l'aide d'un entonnoir.

Pour appliquer les comprimés et les agglomérés sphériques, choisir un tuyau de 1,5 m de longueur et de 3 cm de diamètre.

Traitement aux fumigants solides

Utiliser les comprimés ou agglomérés selon l'une des deux façons suivantes:

1) Les ajouter au grain à intervalles réguliers au moment du remplissage de la cellule d'entreposage.

2) Les laisser tomber dans un tuyau métallique enfoncé dans la masse de grains. Par exemple, dans le cas des cellules d'une capacité de 27 t, marquer la surface à l'aide de 12 pieux de bois équidistants. Près de chacun d'entre eux, enfoncer un tuyau de 3 cm de diamètre et de 1,5 m de longueur et y jeter un comprimé tous les 15 cm à mesure que l'on retire le tuyau. Commencer l'opération au fond du grenier en se rapprochant progressivement de la porte.

Précautions à prendre

En plus de respecter soigneusement le mode d'emploi sur l'étiquette, l'agriculteur devra prendre les précautions élémentaires suivantes:

- Toujours porter un masque à gaz.
- Toujours changer la cartouche du masque avant la fumigation. Utiliser le type de cartouche recommandé sur l'étiquette du fumigant employé. La cartouche tout usage assure une protection contre la plupart des fumigants, mais elle ne protège pas contre les fortes concentrations à l'intérieur des bâtiments.
- Dans la mesure du possible, appliquer les fumigants liquides très rapidement de l'extérieur de la cellule afin d'éviter une exposition excessive.
- Toujours travailler en compagnie d'au moins une personne.
- Porter des gants de caoutchouc et un casque protecteur.
- Retirer immédiatement les vêtements contaminés par le produit.
- Toute personne qui présente les symptômes d'une surexposition à un fumigant devrait être transportée à l'air libre. Appeller immédiatement un médecin. Ce genre d'intoxication se caractérise par des étourdissements, des troubles de vision, des vomissements et des douleurs abdominales.
- Après le traitement, clouer les portes ou les fermer à clé et boucher les orifices d'aération. Afficher des avis sur les portes.
- Au bout d'une semaine, mettre les ventilateurs en marche et attendre que l'odeur se soit dissipée avant de pénétrer dans la cellule. Plusieurs semaines d'aération peuvent être nécessaires par temps froid; prendre garde de ne pas respirer le gaz.
- Ne pas donner de grain traité aux animaux à moins qu'il n'ait été bien ventilé et qu'il ne dégage plus aucune odeur.

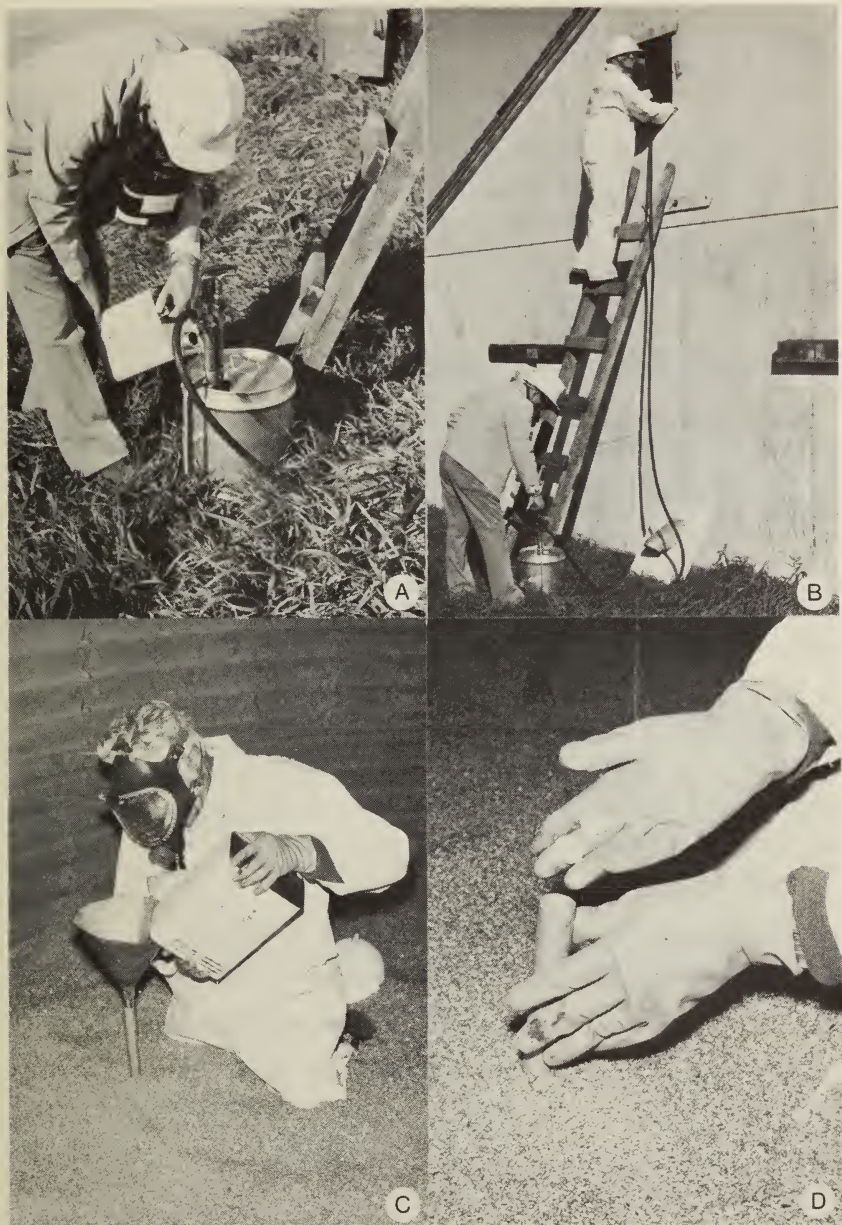


Fig. 7 Fumigation du grain: *A*, introduction du fumigant dans une boîte contenant une pompe aspirante; *B*, pulvérisation en surface; *C*, application localisée d'un fumigant liquide; et *D*, application localisée de comprimés de phosphide d'aluminium.

- Toujours tenir compte de la direction du vent. S'il souffle en direction d'une habitation ou d'un bâtiment du bétail occupé à proximité de l'enceinte à fumiger, attendre que le vent tombe ou change de direction.
- Ne pas fumiger par grands vents.
- Par mesure de sécurité, lorsqu'on fumige le grain à son entrée dans la cellule, se placer de manière à éviter que le vent ne souffle dans sa direction. De même, lorsqu'une cellule est en cours de fumigation éviter de se placer de telle sorte que le vent souffle le brouillard dans sa direction.

RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

Pour de plus amples renseignements sur les méthodes de lutte contre les infestations du grain entreposé à la ferme, vous pouvez écrire à l'adresse suivante: Station de recherche, Agriculture Canada, 195 Chemin Dafoe, Winnipeg (Man.) R3T 2M9, ou à l'entomologiste ou l'agronome du gouvernement de votre province.

Note: Les recommandations de cette publication s'applique aussi aux autres régions du Canada où on cultive et entrepose le grain. Le *Nemapogon granella* ne se trouve pas dans les Prairies mais on le rencontre dans l'est du Canada.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient R.W. Sims d'avoir préparé les photographies et les illustrations et J. van Loon, membre de la Commission canadienne des grains, d'avoir révisé la version française de cette publication.

NOMS COMMUNS ET SCIENTIFIQUES DES RAVAGEURS DES GRAINS ENTREPOSÉS

Calandre des grains	*Sitophilus granarius* (Linnaeus)
Cheylète cannibale	*Cheyletus eruditis* (Schrank)
Charançon du riz	*Sitophilus oryzale* (Linnaeus)
Ciron de la farine	*Acarus siro* (Linnaeus)
Cucujide dentelé des grains	*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)
Cucujide des grains	*Ahasverus advena* (Waltl)
Cucujide roux	*Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)
Glycophage destructeur	*Lepidoglyphus destructor* (Schrank)
Psocidés	*Lepinotus reticulatus* Enderlein et autres espèces
Ptine velu	*Ptinus villiger* (Reitter)
Pyrale de la farine	*Pyralis farinalis* Linnaeus

Ténébrion meunier	*Tenebrio molitor* Linnaeus
Tarsonème des grains	*Tarsonemus granarius* (Lindquist)
Tribolium brun de la farine	*Tribolium confusum* (Jacquelin du Val)
Tribolium noir	*Tribolium audax* Halstead
Tribolium rouge de la farine	*Tribolium castaneum* (Herbst)
Lathridius	*Lathridius minutus* (Linnaeus)

FACTEURS DE CONVERSION

Unité métrique	Facteur approximatif de conversion	Donne
LINÉAIRE		
millimètre (mm)	x 0,04	pouce
centimètre (cm)	x 0,39	pouce
mètre (m)	x 3,28	pied
kilomètre (km)	x 0,62	mille
SUPERFICIE		
centimètre carré (cm^2)	x 0,15	pouce carré
mètre carré (m^2)	x 1,2	verge carrée
kilomètre carré (km^2)	x 0,39	mille carré
hectare (ha)	x 2,5	acre
VOLUME		
centimètre cube (cm^3)	x 0,06	pouce cube
mètre cube (m^3)	x 35,31	pied cube
	x 1,31	verge cube
CAPACITÉ		
litre (L)	x 0,035	pied cube
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2,5	boisseaux
POIDS		
gramme (g)	x 0,04	once
kilogramme (kg)	x 2,2	livre
tonne (t)	x 1,1	tonne courte
AGRICOLE		
litres à l'hectare	x 0,089	gallons à l'acre
	x 0,357	pintes à l'acre
	x 0,71	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare	x 0,014	onces liquides à l'acre
tonnes à l'hectare	x 0,45	tonnes à l'acre
kilogrammes à l'hectare	x 0,89	livres à l'acre
grammes à l'hectare	x 0,014	onces à l'acre
plants à l'hectare	x 0,405	plants à l'acre